m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0168123.05-08-2026

AL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Direzione Generale Valutazioni Ambientali (VA)

Invio tramite PEC all'indirizzo: va@pec.mase.gov.it

MODULO PER L'INVIO DI OSSERVAZIONI (Art. 24 del D.Lgs 152/2006)

1. DATI IDENTIFICATIVI DEL PROGETTO

- **Codice Procedura (ID_VIP):** 13535
- **Codice Istanza Online:** VIAVIA100000065
- **Procedura:** Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) Statale, in riferimento a "Avviso al pubblico del 6/07/2026, Nuova Consultazione, documento depositato presso il MASE.
- **Titolo Progetto:** Realizzazione di un nuovo Data Center ubicato nel comune di Lacchiarella - Installazione di generatori di emergenza di potenza termica superiore a 150 MWth (Pt = 1.010 MW)
- **Proponente:** APTO Italia S.r.l.

2. DATI IDENTIFICATIVI DELL'OSSERVANTE

- **Nome e Cognome / Ragione Sociale:** Sergio Manera
- **Codice Fiscale / P.IVA:** [redacted]
- **Indirizzo di Residenza/Sede:** [redacted]
- **Domicilio Digitale (PEC):** [redacted]

---

3. OGGETTO E TESTO DELL'OSSERVAZIONE

Il sottoscritto, in qualità di cittadino e soggetto interessato per ragioni di prossimità territoriale, presenta formale osservazione in merito allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) depositato per il progetto in epigrafe, **approfittando della facoltà di presentare nuove ed ulteriori osservazioni sulla base dell'avviso al pubblico del 6 luglio 2026**, continuando ad evidenziare gravi carenze e criticità tecniche non riscontrate dal Proponente in precedenti atti formali e nei documenti progettuali:

Osservazione n. 1: il calore e i limiti di legge (allegato 1).

Osservazione n. 2: gli alberi non compensano l'isola di calore di un DC (allegato 2).
Questo documento è predisposto sul modello di una lezione di Fisica e ha l'obiettivo esplicito di voler fornire al Ministero un'occasione di arricchimento scientifica e tecnica che aggiunga elementi di novità rispetto al punto "*8 Misure di mitigazione" delle Linee guida per le procedure di valutazione ambientale dei data center, MASE, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, agosto 2024*". Inoltre, poiché applicabile, il testo stesso costituisce il corpo di osservazione specifica per la procedura VIA citata in questo documento (data center APTO - Lacchiarella - Milano).

Deposito di documentazione tecnica e risultanze pubbliche a supporto in allegato: il sottoscritto si rende disponibile, previo avviso di convocazione, ad una audizione avente lo scopo di affrontare ulteriori dettagli tecnici in riferimento alla metodologia di calcolo proposta.

Conclusioni e Richieste

Si richiede pertanto all'Autorità Competente (MASE) di acquisire agli atti la documentazione tecnica prodotta dal sottoscritto e di disporre una **richiesta di integrazioni formale** al Proponente ai sensi di legge, vincolandone l'eventuale approvazione alla redazione di uno studio analitico d'impatto termico atmosferico che quantifichi l'esatta dispersione di calore dei Chiller e i relativi effetti mitigativi.

---

4. ELENCO ALLEGATI

1. **Allegato 1:** Modulo Dati Personali e Privacy.
2. **Allegato 2:** Copia del documento di identità in corso di validità.
3. **Allegato 3:** documento " **il calore e i limiti di legge** "
4. **Allegato 4:** documento " **gli alberi non compensano l'isola di calore di un DC** "

Luogo e Data: Certosa di Pavia (PV), 3 agosto 2026

Firma dell'osservante: _____

ALLEGATO 1: INFORMATIVA PRIVACY E TRATTAMENTO DATI PERSONALI

(Nota per il Ministero: Questo foglio contiene dati personali sensibili e, in base alle linee guida del MASE, deve essere separato o oscurato prima della pubblicazione dell'osservazione sul portale pubblico).

Il sottoscritto **Sergio Manera** dichiara di aver preso visione dell'informativa sul trattamento dei dati personali ai sensi del Regolamento UE 2016/679 (GDPR). Esprime il proprio espresso consenso al trattamento dei dati personali strettamente necessari all'istruttoria della presente procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Luogo e Data: Certosa di Pavia (PV), 3 agosto 2026

Firma: _____

"Il Calore, gli alberi e i limiti di legge"

(by Sergio Manera)

In riferimento al seguente documento di controdeduzioni di APTO Italia Srl alle osservazioni depositate presso il MASE: "PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN DATACENTER IN COMUNE DI LACCHIARELLA -INSTALLAZIONE DI GRUPPI ELETTROGENI DI EMERGENZA DI POTENZA COMPLESSIVA SUPERIORE A150 MWt - ***Controdeduzioni alle osservazioni pervenute ai sensi dell'art. 24 comma 3 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. - Scadenza 7 giugno 2026***".

APTO inquadra le osservazioni sul calore trasmesse dal Dott. Manera - Prot. MASE-2026-0117764 del 4 giugno 2026 con il punto 3.3 del documento sopra indicato:

3.3 IMPATTO TERMICO – ISOLE DI CALORE E DISPERSIONE DEL CALORE

In sintesi, i punti emersi dalle osservazioni su questo argomento sono i seguenti:

- Si solleva il tema della potenziale dispersione del calore generato dai sistemi di raffreddamento del data center e dei possibili effetti sul microclima locale, anche in relazione al fenomeno dell'isola di calore.
- Si sostiene che la documentazione depositata non approfondisca in modo quantitativo l'eventuale incremento locale della temperatura dell'aria e la dispersione del calore in specifiche condizioni meteorologiche sfavorevoli.
- Si richiede un maggiore approfondimento tecnico degli effetti termici atmosferici, anche alla luce di elaborazioni prodotte dagli osservanti, che ipotizzano potenziali incrementi locali di temperatura in condizioni conservative.

Il proponente prende atto delle osservazioni relative alla potenziale dispersione del calore, ai possibili effetti microclimatici locali e al fenomeno dell'isola di calore. Tali aspetti sono stati esaminati nell'ambito della VIA tenendo conto della configurazione progettuale, delle condizioni meteorologiche locali, del profilo operativo del Data Center e delle misure di mitigazione integrate nel progetto.

Le controdeduzioni di APTO sono riassumibili per punti:

1. *La questione ambientale rilevante non è se il Data Center generi calore durante l'esercizio, bensì seil progetto sia tale da determinare effetti termici negativi significativi a livello del suolo, nelle areeagricole o presso i ricettori più prossimi. Le elaborazioni presentate dall'osservante forniscono unastima di alto livello del carico termico da gestire mediante il sistema di raffreddamento, ma nondimostrano, di per sé, l'esistenza di un effetto significativo a livello dei ricettori, il quale dipende dallaconfigurazione specifica del progetto, dalla posizione, dall'altezza e dalla velocità del punto diespulsione, dalla disposizione delle apparecchiature, dal movimento dell'aria, dalla distanza dairicettori, dai trattamenti superficiali e dalle misure di mitigazione previste.*
   Commento SM: APTO ammette che il DC genera calore ma afferma che l'osservante non ha dimostrato che l'eccesso termico stimato produca effetti sui ricettori (persone, ambiente, agricoltura) poiché i Chiller sono posizionati sul tetto degli edifici DC a 20 metri di quota.

2. *A questo proposito, assume rilievo un elemento progettuale specifico: il sistema di raffreddamentocritico utilizza chiller ad aria collocati in copertura, su una struttura metallica: la componenteemittente dei chillers si trova a circa 20 m dal piano campagna. Il punto di espulsione del calore sitrova così ben al di sopra degli ambienti ricettori principali, sia a livello pedonale e agricolo sia, piùin generale, del suolo. A tale quota il flusso d'aria è meno ostacolato dalla rugosità superficiale, dallavegetazione, dalle recinzioni e dagli altri elementi presenti a terra, e risulta maggiormente esposto alcampo di vento prevalente rispetto a impianti collocati al suolo. Il calore viene, quindi, rilasciato inun ambiente aperto in copertura, anziché da apparecchiature confinate o a terra, favorendone ladispersione e riducendo il potenziale di accumulo localizzato in prossimità del suolo.*
   Commento SM: APTO Afferma che il calore espulso dai Chiller a 20 metri di quota si sposta in orizzontale o si disperde in verticale non entrando in contatto con i ricettori a livello del suolo.

3. *La VIA inquadra, inoltre, il progetto nel contesto meteorologico locale. La presenza di condizioni divento debole o, più in generale, di condizioni sfavorevoli non dimostra di per sé l'esistenza di uneffetto significativo, tanto più a fronte di una configurazione che colloca in copertura le principaliapparecchiature di espulsione del calore e che integra apposite misure di mitigazione.*
   Commento SM: APTO ignora totalmente le condizioni microclimatiche del territorio del Comune di Lacchiarella, in particolare ignora gli effetti dell'inversione termica sui cui effetti è basato lo studio proposto da SM.

4. *Le misure paesaggistiche e di trattamento delle superfici vanno intese come interventi rivolti allasola componente superficiale dell'isola di calore, e non come meccanismo di gestione dell'interocarico termico operativo. Quest'ultimo è affrontato in via principale attraverso la progettazione delsistema di raffreddamento e, in particolare, attraverso la collocazione in copertura dei chiller sopradescritta. Gli interventi sulle superfici hanno quindi una funzione mitigativa aggiuntiva: limitano ilriscaldamento delle superfici, aumentano l'ombreggiamento, favoriscono l'evapotraspirazione,riducono l'accumulo di calore sulle superfici impermeabili e migliorano la resilienza a livello locale.A tal fine il progetto prevede un pacchetto significativo di interventi, tra cui una fascia verdepaesaggistica di 20 m, cinture verdi, estese piantumazioni di specie autoctone, un rimboschimento dicirca 28.890 m² con circa 5.800 piante, una fascia boscata di circa 15.300 m² con circa 3.000 piante,prati naturalistici e aree foraggere, coperture e pareti verdi, parcheggi ombreggiati da impiantifotovoltaici, pavimentazioni drenanti autobloccanti e irrigazione alimentata da acque meteoriche.*
   Commento SM:APTO tenta di separare nettamente la gestione del calore operativo (affidata ai Chiller in copertura) dalle misure paesaggistiche superficiali (aree verdi), destinate alla sola isola di calore del suolo. Questa impostazione è tecnicamente fallace: l'efficacia dei Chiller a 20 metri di quota viene infatti annullata dai già citati fenomeni di downwash e inversione termica. Tali dinamiche spingono e intrappolano il flusso d'aria calda verso il basso, facendolo impattare direttamente sulla componente superficiale e agricola. Di conseguenza, il pacchetto di mitigazioni verdi proposto da APTO non può essere considerato un "intervento aggiuntivo" isolato. Esso deve essere ridimensionato e valutato come uno strumento di difesa biologica ampiamente insufficiente a contrastare il massiccio carico termico operativo che si riverserà inevitabilmente al suolo.

5. *Le osservazioni assimilano i gruppi elettrogeni di emergenza asorgenti termiche continue: in realtàsi tratta di impianti di riserva, che funzionano soltanto nell'evento non ordinario di interruzione dellafornitura dalla rete o durante le prove programmate; queste ultime sono limitate sia nella durata sianel numero di gruppi attivi contemporaneamente. Il calore emesso ha pertanto carattereintermittente e di breve durata e non è equiparabile all'espulsione continua propria del sistema diraffreddamento. Il funzionamento simultaneo di tutti i gruppi costituirebbe, d'altronde, un eventoraro e anomalo, conseguente alla mancata fornitura di rete, e non una condizione ordinaria diesercizio: esso non è, quindi, rappresentativo del profilo termico del progetto che, in condizioni dinormale esercizio, è riconducibile al solo sistema di raffreddamento in copertura. Si aggiunga checiascun gruppo elettrogeno è dotato di un camino dedicato, soluzione che favorisce la dispersionedei gas di scarico e del calore associato ed evita la concentrazione delle emissioni in un caminocomune, con conseguente minore efficienza di dispersione.*
   Commento SM: non ho mai parlato di gruppo di emergenza che non c'entrano nulla con le isole di calore.

6. *Quanto all'approccio modellistico, l'eventuale necessità di ulteriori valutazioni specifiche delladispersione termica va commisurata alla probabile significatività dell'effetto, tenuto conto dellaconfigurazione progettuale, della collocazione in copertura delle apparecchiature, del contesto deiricettori, del profilo operativo e delle misure di mitigazione già previste. Nel caso di specie la VIAoffre una base proporzionata di valutazione del tema, e le osservazioni non dimostrano la necessitàdi ulteriori modellazioni del pennacchio termico ai fini della presente procedura.*
   Commento SM: APTO insiste di non dover effettuare valutazioni di dispersione di calore perché le ritiene non significative. Viceversa, le osservazioni sono state consegnate proprio per questa evidente necessità.

7. *Per le ragioni esposte, le osservazioni non dimostrano che il progetto possa determinare effettitermici negativi significativi a livello del suolo, nelle aree agricole o presso i ricettori prossimi. La VIAconsidera già gli elementi progettuali e ambientali rilevanti — la collocazione in copertura delleapparecchiature di raffreddamento, le condizioni meteorologiche locali, il contesto dei ricettori, ilfunzionamento limitato e intermittente dei gruppi elettrogeni e le misure paesaggistiche e ditrattamento delle superfici. Le elaborazioni dell'osservante, pur fornendo una stima di alto livello delcarico termico, non costituiscono una valutazione specifica degli effetti a livello dei ricettori e nonsuperano le conclusioni della VIA, la cui valutazione si conferma proporzionata e sufficiente ai finidella presente procedura.*
   Commento SM: ribadiscono nuovamente lo stesso concetto espresso ai punti precedenti.

8. *Il proponente è disposto, qualora le autorità competenti lo ritengano opportuno, a predisporre unsistema di monitoraggio delle condizioni microclimatiche locali ai confini del sito prima che il primodata center diventi operativo.*
   Commento SM: il proponente si mette a disposizione per rendere operativo un sistema di monitoraggio delle condizioni microclimatiche locali ai confini del sito. Proposta da cogliere al volo con richiesta di accumulo dati per almeno 2 anni.

Omissione degli impatti cumulativi sul ricettore agrario e sul territorio fragile

Nelle sue controdeduzioni, APTO commette un grave errore metodologico tipico delle valutazioni parcellizzate: pretende di dimostrare l'assenza di effetti significativi analizzando l'infrastruttura come se fosse isolata dal contesto ambientale circostante. Al contrario, la normativa sulla VIA impone la valutazione degli impatti cumulativi e concomitanti. Il territorio del Comune di Lacchiarella e del comparto rurale sud-milanese/pavese costituisce un ricettore ambientale e agricolo di estrema fragilità, caratterizzato da cronica stasi atmosferica, accumulo di inquinanti e un regime idrico delicatissimo basato su canali irrigui e marcite.
Introdurre in questo ecosistema una "piastra radiante artificiale" che immette una densità termica fissa di 4.992 W/m² (cinque volte il picco del sole estivo a mezzogiorno, attiva 24 ore su 24) agisce come un drastico moltiplicatore di rischi già esistenti. APTO ha totalmente ignorato gli effetti di questa forzatura termica locale sul ricettore agricolo: l'innalzamento termico dell'acqua di irrigazione e del suolo circostante accelera la proliferazione di parassiti e patogeni fungini (quali il *brusone del riso*), compromettendo le colture d'eccellenza del territorio. Liquidare come "non dimostrati" tali impatti senza aver eseguito alcuna modellizzazione dinamica in regime di inversione termica padana costituisce una grave carenza istruttoria, che espone il territorio a un danno ambientale ed economico cronico e irreversibile.

Commento finale dell'osservante SM: APTO non ha compreso minimamente il significato dei temi trattati né la portata dello studio di dispersione del calore consegnato con le osservazioni del 4 giugno 2026. Non ha compreso in particolare, i seguenti aspetti:

a. L'impatto del fenomeno di inversione termica con tutte le ipotesi conservative esaminate e utilizzate dallo studio primario SM.
b. La distribuzione verticale della piuma di calore, su base gaussiana, nella fascia 0 - 100 metri che dimostra sia il coinvolgimento dei ricettori a livello del suolo, sia la compressione adiabatica della piuma di calore in una fascia ristretta che le consente così di raggiungere grandi distanze con effetti termici apprezzabili sia al livello del suolo, sia in quota (sino a 100 metri - limite del tappo di inversione).
c. APTO pretende di dimostrare che la collocazione dei Chiller a 20 metri di quota sui tetti del DC sia sufficiente ad azzerare l'impatto termico al suolo. In passato ci dicevano che il calore andava in alto, adesso ci dicono che il calore va in orizzontale galleggiando a 20 metri di quota.APTO sta ignorando fenomeni di fluidodinamica fondamentali come il Downwash.
d. Non si entra in merito sul ruolo dei generatori diesel di emergenza poiché lo studio non lo ha minimamente toccato.
e. APTO propone di avviare un monitoraggio microclimatico sul confine del sito del DC, chi scrive ritiene questa proposta estremamente utile (da farne una prescrizione) e suggerisce che i dati siano online condivisi in ogni momento con le autorità di controllo locali. Suggerisce altresì che si adotti la necessità di un resoconto dei dati su base annua, da trasmettere agli Enti preposti.

Calore e limiti di legge
Nel merito, in riferimento all'eccesso termico proiettato a distanze note dallo studio originario sul calore, si vuole meglio chiarire il ruolo di questo parametro di rischio rispetto ad eventuali limiti di legge.

Se consideriamo esclusivamente l'aria calda emessa dai Chillerin atmosfera, la normativa italiana ed europea non prevede un limite massimo di temperatura (es. un limite espresso in gradi centigradi di eccesso termico) o di metri cubi di aria calda immettibili nell'aria.Tuttavia, questo non significa che

l'immissione sia libera: **la legge regola e limita l'impatto di questo flusso d'aria calda attraverso strumenti normativi indiretti**.

Infatti, sul piano del diritto, liquidare un eccesso termico di 3 °C a un chilometro di distanza come irrilevante significa violare i caposaldidella tutela ambientale e civile nel nostro ordinamento:

- ✓ D.Lgs 152/2006 - Testo unico ambientale.
- ✓ Codice civile, articolo 844
- ✓ Principio di Precauzione.

Anzitutto, con la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), regolata dal D.Lgs. 152/2006, prevede un netto ribaltamento dell'onere della prova: non spetta ai cittadini dimostrare il danno certo, ma è il proponente che ha l'obbligo di certificare, tramite modelli scientifici avanzati, l'assenza di impatti negativi significativi. In secondo luogo, il Principio di Precauzione, sancito dal diritto europeo e nazionale, stabilisce che la mancanza di una certezza scientifica assoluta non può essere usata come pretesto per differire l'adozione di misure di mitigazione o per ignorare un potenziale rischio microclimatico. A questo proposito, va evidenziato che la recente Legge Regionale della Lombardia n. 11/2026 ("Disposizioni in materia di insediamento di centri dati") — pur introducendo una disciplina organica sui flussi e sul monitoraggio dell'effetto isola di calore — non ha volutamente stabilito criteri di localizzazione rigidi o distanze minime di vicinanza rispetto ai ricettori sensibili e alle aree agricole. L'assenza di parametri geometrici di sicurezza nella legge regionale delega di fatto al procedimento di VIA il compito esclusivo di accertare l'impatto caso per caso, privando il proponente di qualsiasi scudo normativo automatico o presunzione di conformità legata alla semplice distanza.

Infine, sotto il profilo della tutela del territorio e della prevenzione dei conflitti ambientali, un innalzamento termico costante di ben 3 °C a 1 km di distanza configura un'anomalia microclimatica macroscopica, specie nei mesi invernali. Sebbene l'Articolo 844 del Codice civile - che vieta le immissioni superiori alla soglia della "normale tollerabilità" - trovi la sua applicazione diretta davanti al Giudice Ordinario, il richiamo a questo principio fondamentale del nostro ordinamento è qui imprescindibile. Un impatto termico di tale portata si tradurrebbe inevitabilmente in una molestia permanente per la popolazione e in un'alterazione del benessere e della qualità della vita. In sede di Valutazione di Impatto Ambientale, ignorare questo fattore significa esporre l'approvazione del progetto a un elevatissimo rischio di futuri contenziosi civili e risarcitori per danno ambientale e privato, con potenziale blocco degli impianti. È dovere delle autorità competenti prevenire tali impatti in via amministrativa, negando la compatibilità ambientale a un'opera che introduce una lesione così evidente al criterio della tollerabilità ambientale e civile.

L'affermazione secondo cui il calore non entrerebbe in contatto con il suolo per il solo fatto che i Chiller sono posizionati sui tetti a 20 metri di quota è, d'altronde, una palese fallacia tecnica. Quando il vento impatta contro la massiccia struttura di un data center, si genera un fenomeno fluidodinamico noto come *Downwash* (o effetto edificio): il flusso d'aria crea vortici e correnti discendenti che spingono forzatamente la piuma di calore verso il basso, portandola a livello del suolo. A questo si somma una criticità microclimatica tipica del territorio di Lacchiarella e della Pianura Padana: l'inversione termica. Questo fenomeno crea un vero e proprio "tappo" atmosferico nella fascia tra 0 e 100 metri, che impedisce al calore di disperdersi verso l'alto; la piuma termica subisce così una compressione adiabatica che la costringe a propagarsi in orizzontale a bassa quota, mantenendo effetti termici significativi anche a grandi distanze.

Non si tratta di ipotesi speculative, ma di scenari ampiamente documentati dalla scienza. Proprio recenti studi internazionali del 2026 - tra cui una vasta ricerca guidata dall'Università di Cambridge basata su dati satellitari della NASA - hanno formalizzato il concetto di *"Data HeatIslands"* (isole di calore da data center). Altro studio che riporta dati di misure vere a monte e a valle di vento è il seguente: "Data center wasteheatas an emerging urban thermal hazard: first field measurements of neighborhood-scale air temperature impacts, ASME Journal of engineering for sustainable buildings and cities, D.Sailor et Al, 2026.

Un documento di VIA (Siziano - PV)
Oltre a riferimenti di letteratura scientifica, si riporta in questa sede lo studio di impatto microclimatico redatto dall'Ingegnere Carlo Grassi per conto di Alveasrl, su commissione di Lombardini22 SpA e finalizzato alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del Nuovo Data Center Campus Siziano di INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 2 S.r.l., analizza l'alterazione termoigrometrica locale causata dalle imponenti sorgenti antropiche di calore associate ai sistemi di raffreddamento delle infrastrutture IT. La ricerca quantifica l'impatto di sei edifici caratterizzati da una potenza IT complessiva di 71,6 MW, suddivisa tra ben sei moduli MIL01 (24 MW), MIL02 (5,6 MW), MIL03 (5 MW), MIL07 (12 MW), MIL08A (20 MW) e MIL08B (5 MW). Nello studio il tecnico utilizza un fattore di efficienza PUE pari a circa 1,3 per calcolare la potenza totale dissipata dai vari impianti.

La metodologia di calcolo applica i principi fisici fondamentali di conservazione della massa e dell'energia attraverso l'implementazione di un algoritmo in linguaggio Python. Questo modello a box simula a scala oraria la dissipazione termica nominale degli impianti, che si traduce in un rilascio di calore massimo teorico fino a decine di Megawatt termici per singola cella, come ad esempio i 40,35 MWt inseriti nella cella R4_C4, distribuendola su una griglia tridimensionale di cinque celle per lato con un passo spaziale di 400 metri, integrata con i parametri meteorologici calcolati dal codice CALMET. Gli incrementi termici dell'aria vengono calcolati rapportando l'energia immessa alla specifica capacità termica delle masse d'aria coinvolte, tenendo conto sia della quota di emissione sul tetto degli edifici (20 metri), sia della ridistribuzione laterale indotta dal vento.

I risultati modellistici dimostrano che l'effetto termico medio è confinato all'intorno geografico dell'installazione, esaurendosi entro un raggio di 400 metri a livello del suolo, con anomalie termiche massime mensili che raggiungono un picco di 2,04 °C nel mese di novembre in corrispondenza del cluster a maggiore carico emissivo. L'analisi stagionale evidenzia in modo netto che il periodo più colpito da queste alterazioni microclimatiche è quello tardo-autunnale e invernale, identificando nei mesi di **novembre, dicembre e gennaio la fase più critica dell'anno**. Questo comportamento è dettato dalle specifiche condizioni meteorologiche della pianura lombarda: durante i mesi freddi si registra una forte stabilità atmosferica (con una netta prevalenza delle classi E-F di Pasquill-Gifford), una ventilazione orizzontale estremamente debole e un'altezza dello strato di rimescolamento (*Mixing Height*) fortemente ridotta, tra i 100 e i 150 metri. La combinazione di questi fattori ostacola la diluizione e la dispersione termica verticale, determinando il ristagno e il confinamento locale dell'anomalia nei bassi strati atmosferici. Al contrario, la stagione estiva favorisce una più efficace attenuazione dell'impatto grazie all'intenso riscaldamento diurno del suolo che innesca forti moti convettivi e un rimescolamento turbolento dello strato limite.

Strettamente connesso al riscaldamento dell'aria, il modello evidenzia un impatto igrometrico negativo altrettanto localizzato. Mantenendo costante il contenuto assoluto di vapore acqueo

nell'atmosfera, l'innalzamento della temperatura determina un incremento della pressione di saturazione e una conseguente riduzione locale dell'umidità relativa rispetto alle condizioni pre-operam. Tale alterazione tocca il suo culmine proprio a novembre nella cella R4_C4, dove si registra una diminuzione dell'umidità relativa pari a ben -11,77 punti percentuali, mentre l'effetto degrada rapidamente fino a diventare trascurabile nelle celle periferiche della griglia.

Sotto il profilo della letteratura scientifica e della prassi industriale, l'aspetto di maggiore rilevanza di questa trattazione risiede nella natura stessa della fonte e nell'ammissione del fenomeno in essa contenuto. Trattandosi di dati e valutazioni elaborati e depositati direttamente dai proponenti del progetto per soddisfare i requisiti normativi della VIA, il documento si configura come **una delle primissime testimonianze ufficiali in cui gli operatori del settore dei data center riconoscono esplicitamente l'esistenza della problematica del carico termico antropogenico** e dell'effetto "isola di calore digitale". Anziché declassare la dissipazione termica a fattore trascurabile o risolverla con inutili tentativi di mitigazione (le classiche due file di alberelli), i promotori stessi dell'opera scelgono in questa sede di mettersi in discussione, provando a perimetrare e quantificare in modo rigoroso e trasparente le reali ricadute microclimatiche ambientali delle loro infrastrutture sul territorio circostante.

Questa letteratura scientifica che sta emergendo, insieme ai rapporti tecnici che gli stessi proponenti stanno cominciando a produrre,dimostra che l'innalzamento termico generato dai data center non si esaurisce entro i confini del campus, ma si estende in modo misurabile fino a 10 chilometri di distanza, alterando i microclimi locali, danneggiando la resa delle colture agricole e aumentando lo stress termico ambientale con fenomeni simili alla tropicalizzazione, specie nei mesi invernali. Un surplus costante di ben 3 °C a solo un chilometro di distanza si inserisce perfettamente in questa casistica scientificamente certificata, configurando un impatto concreto e diretto sui ricettori che il proponente ha l'obbligo di considerare e mitigare in fase preventiva.

Grave omissione sul quadro normativo del recupero energetico (D.Lgs 5/2026 e Direttiva EED 2023/1791)
Si rileva che APTO Italia Srl, nelle proprie controdeduzioni, ha completamente evaso e omesso di rispondere a uno dei pilastri centrali sollevati dall'osservante: l'obbligo legale di recupero del calore residuo. Il proponente si è limitato a difendere l'invisibilità della propria piuma termica tramite argomentazioni dispersive statiche. Tuttavia, per un'infrastruttura Hyperscale della portata di 288 MW, il D.Lgs 5/2026 (di recepimento della Direttiva UE EED 2023/1791) stabilisce che il calore di scarto non è un effluente neutro da gettare liberamente in atmosfera, ma una risorsa energetica che deve essere obbligatoriamente recuperata (es. tramite simbiosi industriale o reti di teleriscaldamento urbane a 60-80 °C), salvo dimostrata (studio di fattibilità) e rigorosa impossibilità tecnica.
Avendo APTO ignorato questo punto, l'istanza autorizzativa risulta ad oggi radicalmente carente dello Studio di fattibilità tecnica ed economica sul riuso termico. Si richiede pertanto al MASE di non considerare sanate le controdeduzioni e di bloccare l'iter autorizzativo finché il proponente non depositi formale progetto di recupero o integrazione impiantistica, convertendo l'effluente termico da minaccia microclimatica a risorsa per il territorio di Lacchiarella.

La richiesta di prescrizione formale al MASE
Alla luce di queste evidenze, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) non può limitarsi ad accettare la generica disponibilità del proponente a monitorare il sito ex-post. Monitoraggio di per sé ben accetto e doveroso. Il MASE deve imporre ad APTO, come prescrizione vincolante e propedeutica all'eventuale decreto di compatibilità ambientale, l'obbligo di presentare

una modellizzazione fluidodinamica tridimensionale avanzata (CFD) del pennacchio termico generato dall'intero campus a pieno regime operativo. Tale modello dovrà simulare e valutare gli scenari atmosferici più conservativi, con specifico riferimento ai giorni di calma di vento e forte inversione termica. Inoltre, si richiede che l'autorizzazione sia subordinata all'attivazione di una rete di centraline meteo-climatiche esterne al perimetro, i cui dati grezzi aggregati siano pubblicati online in tempo reale e condivisi in via continuativa con gli enti di controllo (ARPA e Comune), prevedendo un resoconto annuo trasmesso agli enti preposti per verificare l'effettivo rispetto dei criteri di tollerabilità microclimatica.

Riflessioni di fisica

"Gli alberi non compensano l'isola di calore di un Data Center"

(by Sergio Manera)

Di seguito si riporta il punto 8 del documento "***Linee guida per le procedure di Valutazione Ambientale dei data center***, MASE, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, agosto 2024."

***

8. Misure di mitigazione

… (omissis)

Si dovrà privilegiare il mantenimento a verde estensivo di tutte le superfici a terra non utilizzate, aumentando dove possibile la dotazione di siepi e piccoli nuclei di arbusti ed alberi autoctoni, anche con scopi multifunzionali (es. piantagioni policicliche permanenti) e privilegiando, anche per aree a parcheggio, masselli autobloccanti in luogo dell'asfaltatura, **per ridurre fenomeni di isola di calore** e la de-pavimentazione (a fine vita dell'asfalto), la sostituzione con materiali drenanti e l'infoltimento della copertura arborea ovunque possibile.

I parcheggi dovranno prevedere pavimentazione permeabile e ad albero ridotto e tettoie e pensiline con pannelli fotovoltaici integrati. Si dovrà provvedere alla manutenzione e alle cure colturali delle aree a verde per tutta la durata della presenza del sito, inclusi il monitoraggio, l'eradicazione e il contenimento delle specie esotiche invasive. Il monitoraggio e il contenimento di tali specie devono inoltre essere previsti durante le fasi di ante operam e di costruzione.

Dovranno essere favorite all'interno del sito sistemazioni a verde che utilizzino verde pensile e verticale, privilegiando le specie autoctone nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti. La scelta delle essenze dovrà essere effettuata in modo che l'intervento sia finalizzato al sequestro di carbonio, alla mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico e all'incremento della biodiversità, evitando specie che possono causare problemi di allergia.

Per tutte le strutture si dovranno privilegiare materiali e tecniche di bioedilizia e di edilizia circolare.

***

Premessa doverosa: chi scrive è radicalmente a favore della piantumazione delle specie e delle essenze arboree raccomandate dalle Linee Guida stesse.

Quale ruolo gioca il gigantesco calore dei server?

Le linee guida affrontano la mitigazione delle isole di calore concentrandosi su parcheggi e superfici esterne perché mirano a ridurre il calore prodotto passivamente per irraggiamento solare (effetto albedo, irraggiamento dall'alto verso il basso). La pavimentazione permeabile, i masselli autobloccanti e l'ombra dei pannelli fotovoltaici o degli alberi servono a evitare che il suolo accumuli l'energia del sole scaldandosi e diffondendo per irraggiamento il calore assorbito al livello

del suolo.Il calore generato dai server, invece, non viene trattato in questo specifico punto sulla mitigazione delle isole di calore per una serie di motivi tecnici e normativi formali:

- ✓ Viene trattato come efficienza e recupero energetico: infatti il calore dei server è un flusso termico continuo e forzato che il documento richiede di mitigare a monte (teleriscaldamento, geotermia).
- ✓ Dipende dai sistemi di raffreddamento: infatti l'impatto viene scaricato prevalentemente sui corpi idrici o in falda, richiedendo specifiche modellazioni termiche della risorsa idrica.
- ✓ Natura industriale del fenomeno: l'isola di calore urbana è storicamente legata ai materiali cementizi, mentre il calore dei server è un'emissione tecnologica interna che richiede soluzioni simbiotiche ed impiantistiche, non semplici interventi di giardinaggio.

La necessità di un approccio ecosistemico integrato nella Linea Guida

L'impostazione attuale dell'atto ministeriale tende a parcellizzare l'analisi degli impatti ambientali. Anche se la piantumazione viene prescritta al Punto 8 con la finalità di mitigare l'irraggiamento solare passivo (effetto albedo), le essenze arboree non operano in un ecosistema isolato. La vegetazione perimetrale si trova immersa nel medesimo microclima antropizzato in cui l'infrastruttura riversa la propria impronta termica industriale residua, sia essa espressa sotto forma di calore sensibile o di saturazione igrometrica. Valutare l'efficacia della misura di mitigazione senza considerare il feedback termodinamico reciproco tra la tecnologia e la biologia rischia di compromettere lo sviluppo e la sopravvivenza stessa delle alberature prescelte.

La mitigazione dell'isola di calore dei server: perché gli alberi non possono garantirla

Il dibattito sulla sostenibilità ambientale delle infrastrutture digitali evidenzia spesso un limite strutturale nelle strategie di compensazione ecologica e di mitigazione. Molto frequentemente, infatti, si tende a equiparare l'impatto termico del sole a quello generato dai server, ipotizzando che la piantumazione di aree verdi nelle zone circostanti agli edifici di una struttura industriale così particolare possa neutralizzare passivamente le emissioni. In realtà, **la fisica ambientale dimostra che questo approccio è del tutto insufficiente**: l'isola di calore solare mitigata dagli alberi e l'isola di calore generata da un data center presentano differenze fisiche radicali, agendo su piani termodinamici completamente diversi e rendendo il raffreddamento biologico inefficace nel contrastare i flussi tecnologici continuo e forzato.

Differenze fisiche tra le due isole di calore

- ✓ Sorgente di energia: il sole riscalda passivamente dall'alto irradiando il suolo;il data center genera calore interno forzato dal basso.
- ✓ Continuità temporale: il calore solare è ciclico e diurno;il data center è costante giorno e notte, tutto l'anno.
- ✓ Temperatura al suolo: il bosco mantiene il suolo fresco e umido perché scherma i raggi del sole;il data center crea asfalto rovente e aria di scarico continua al di sotto della copertura boschiva.
- ✓ Interazione con l'aria: la dinamica naturale crea correnti convettive. L'impianto del data center crea una bolla calda, secca e ristagnante.

La dinamica termica naturale sopra e sotto la chioma degli alberi segue un ciclo specifico:

- ✓ Sopra le chiome, la superficie superiore delle foglie assorbe e riflette la radiazione solare. La temperatura dell'aria subito sopra il bosco aumenta (isola di calore solare locale), ma gran parte di questa energia viene dissipata nell'atmosfera libera tramite la turbolenza del vento e l'evapotraspirazione.

- ✓ Al suolo sia ha l'effetto ombra, cioè sotto gli alberi si crea un microclima protetto. La chioma blocca fino al 90% della radiazione solare diretta. Il suolo boschivo, umido e non asfaltato, accumula pochissimo calore. La temperatura al suolo può essere inferiore anche di 5°C - 10°C rispetto alle aree urbane pavimentate circostanti.
- ✓ Il fenomeno ha una sua ciclicità naturale e si azzera di notte. Senza il sole, il processo di riscaldamento si interrompe e il bosco inizia a raffreddare l'ambiente circostante.

La dinamica termica provocata artificialmente da un data centersovverte completamente le leggi del bilancio termico ambientale.L'impatto microclimatico sui sistemi biologici annulla il raffreddamento naturale in ogni scenario tecnologico, ma attraverso due meccanismi opposti:

- ✓ Sistemi a secco (raffreddamento ad aria coi Chiller): si ha la generazione di flussi costanti di aria calda e secca. Questa condizione surriscalda i tessuti vegetali, costringendo le piante a chiudere attivamente gli stomi per autodifesa biologica per evitare il disseccamento. L'evapotraspirazione si blocca così all'origine.
- ✓ Sistemi evaporativi (torri di raffreddamento): si ha il rilascio in ambiente di aria calda e satura di umidità. In questo scenario, anche se gli stomi rimangono aperti, la traspirazione si blocca passivamente per motivi fisici: l'aria circostante è già satura e non può accogliere altro vapore. Questo annulla il deficit di pressione di vapore, bloccando la risalita della linfa per tensione xilematica. Il ristagno linfatico prolungato impedisce l'assorbimento dei nutrienti dal suolo, inducendo denutrizione minerale e asfissia radicale.

Di conseguenza, l'azione termica si scarica sul territorio attraverso dinamiche forzate. Infatti:

- ✓ La trappola aerodinamica del Downwash e l'effetto Edificio: contrariamente alle tesi progettuali comuni secondo cui il calore viene espulso verso l'alto dai camini e non tocca la vegetazione al suolo, la fluidodinamica ambientale dimostra il contrario. La mole geometrica massiccia dei data center Hyperscale deforma i flussi di vento dominanti, creando una zona di bassa pressione e forte turbolenza immediatamente sottovento (effetto scia). Questo vortice richiama verso il basso i flussi termici caldi appena espulsi sul tetto (fenomeno del downwash aerodinamico). Il calore residuo viene così schiacciato a livello del suolo e intrappolato lungo il perimetro dell'edificio, sommergendo continuamente le chiome degli alberi e delle siepi di mitigazione in una corrente turbolenta di aria surriscaldata.
- ✓ L'impronta a terra di un data center è un'enorme distesa di cemento, asfalto per i generatori di emergenza e pareti metalliche. Queste superfici hanno un'albedo bassissima: assorbono il calore solare di giorno e lo rilasciano di notte, amplificando l'effetto radiativo. I "tetti bianchi" possono solo mitigare parzialmente questo effetto.
- ✓ Il flusso termico continuo, giorno e notte. A differenza del sole, un data center opera a pieno regime 24 ore su 24, 365 giorni all'anno. Non esiste una fase di raffreddamento notturna o invernale; il terreno e l'aria circostante sono sottoposti a uno stress termico artificiale incessante.

Ne deriva che il "raffreddamento biologico auspicato" va incontro a insormontabili limiti fisici oggettivi.

- ✓ Si ha una sproporzione termodinamica insormontabile perché un ettaro di bosco dissipa al massimo tra 1,6 -3.8 MWdi potenza termica equivalente durante le ore di picco estivo. Da dove deriva questo dato? In una giornata calda, un ettaro di bosco temperato denso (10.000 metri quadrati) può traspirare dai 30.000 ai 50.000 litri d'acqua. Per convertire un singolo chilogrammo (o litro) di acqua liquida in vapore a temperature ambientali, la natura deve assorbire circa 2,44 Megajoule (MJ) di energia termica dall'ambiente circostante. Distribuendo questa energia lungo le ore di massima insolazione diurna, si ottiene un

assorbimento termico costante che oscilla tra 160 e 380 Watt per metro quadrato, traducendosi in 1,6 - 3,8 MW termici per ettaro alla massima efficienza.

- ✓ Come si è visto al punto precedente, questo dato fisico deriva direttamente dal bilancio energetico della vegetazione, dove il flusso di calore latente di evaporazione trasforma l'energia solare in vapore acqueo.Un data center medio Hyperscale rilascia costantemente potenze dell'ordine di 80-100 MW, cioè potenze enormemente maggiori.
- ✓ L'estensione spaziale del bosco è manifestamente insufficiente, infatti per bilanciare un impianto da 100 MW servono 30-60 ettari forestali. Tali spazi non sono quasi mai disponibili nei nodi urbani.

Ne consegue una disconnessione sistemica. Piantare alberelli non riduce il calore emesso né l'energia consumata dall'impianto. Le emissioni termiche rimangono elevate e continuano ad alterare il microclima locale, mentre l'azione degli alberi è lenta e soggetta a vulnerabilità ambientali. Questa disconnessione è all'origine di variazioni significative sulla condizione microclimatica, lasciando campo libero a parassiti e patogeni di proliferare. Infatti, si ha:

- ✓ stress termico: l'aria costantemente calda emessa dai server surriscalda i tessuti vegetali delle piante. Gli alberi stressati dal calore riducono la produzione di difese chimiche naturali (come resine e tannini), diventando bersagli facili e indifesi per gli attacchi biologici.
- ✓ Microclima artificiale: il calore continuo annulla l'inverno termico locale e crea un'estate perenne intorno al data center. Questo accelera il ciclo vitale dei parassiti, che si riproducono più generazioni all'anno, e impedisce alle temperature rigide invernali di decimare naturalmente le larve e le uova svernanti.
- ✓ Isolamento e monocultura: spesso queste compensazioni usano pochi alberelli della stessa specie disposti in filari isolati. La mancanza di biodiversità vegetale impedisce l'insediamento dei predatori naturali dei parassiti (come uccelli o insetti utili), trasformando l'area in un corridoio di diffusione epidemiologica senza barriere ecologiche.

Una nota sul calore: calore sensibile e calore latente

I due tipi di calore che entrano in gioco in questo bilancio ambientale e tecnologico sono il calore sensibile e il calore latente.La differenza fondamentale risiede nel modo in cui l'energia interagisce con la materia: il primo fa variare il termometro, l'altro cambia lo stato dell'acqua.

- ✓ Calore sensibile (il calore che "scotta") è l'energia termica che provoca un aumento diretto della temperatura degli oggetti o dell'aria, senza cambiarne lo stato fisico. È il calore che puoi misurare direttamente con un comune termometro.Nei data center: È la tipologia di calore predominante. I chip dei server si surriscaldano per effetto Joule (corrente elettrica) e cedono questa energia termica pura all'aria interna. I ventilatori la espellono all'esterno sotto forma di enormi masse di aria ad alta temperatura. Quando questo flusso colpisce il cemento o il suolo circostante, ne innalza drasticamente la temperatura.Nel cemento e sull'asfalto le superfici artificiali assorbono la radiazione solare e la convertono in calore sensibile, diventando roventi e irradiando l'ambiente circostante.
- ✓ Calore latente (il calore "nascosto") è l'energia termica utilizzata esclusivamente per cambiare lo stato fisico di una sostanza (in questo caso, per trasformare l'acqua liquida in vapore), senza che la temperatura aumenti durante il processo. In questo processo il calore latente di evaporazione è la quantità di energia termica necessaria per trasformare 1 kg di acqua in vapore a temperatura costante. A 20-30 °C e 1 atm di pressione questa quantità è pari a circa 2,44 × 10□ J/kg (o 540 kcal/kg). Gli alberi usano il calore del sole per evaporare l'acqua presente nelle loro foglie. Questa energia solare viene "catturata" e immagazzinata nei legami chimici del vapore acqueo. Poiché l'energia viene consumata per la transizione di fase (da liquido a gas), non è più disponibile per riscaldare l'aria. L'effetto rinfrescante: Il

calore latente è il trucco termodinamico del bosco per sottrarre calore sensibile all'ambiente, abbassando la temperatura reale dell'aria al suolo.

- ✓ Perché lo scontro è impari?Il data center immette costantemente nel microclima locale calore sensibile puro (aria surriscaldata ad alta temperatura).L'albero può neutralizzare il calore sensibile solo convertendolo in calore latente tramite l'evaporazione dell'acqua. Tuttavia, se il flusso di calore sensibile del data center è troppo violento e continuo, l'aria circostante diventa così secca e calda da prosciugare l'acqua nel terreno. L'albero, esausto e privo di risorse idriche, non riesce più a compiere la transizione di fase e perde la sua capacità di generare calore latente, lasciando che il calore sensibile del data center soffochi l'area.

Conclusioni ed elementi di integrazione per l'ottimizzazione dei criteri di valutazione.

Al fine di massimizzare l'efficacia delle misure di mitigazione previste dalle Linee Guida ministeriali, sarebbe auspicabile integrare le future procedure degli impatti ambientali. Considerare la forestazione perimetrale esclusivamente in chiave di contenimento dell'irraggiamento solare passivo rischia di non tenere conto dei complessi feedback microclimatici generati dalle infrastrutture tecnologiche h24.

Per garantire la reale sostenibilità e la sopravvivenza nel tempo del patrimonio arboreo prescritto, sarebbe auspicabile integrare le future procedure istruttorie con bilanci termodinamici accoppiati di dettaglio, supportati da simulazioni microclimatiche predittive (es. modelli fluidodinamici e calcolo degli indici VPD locali). Solo attraverso una pianificazione che sposi la biologia vegetale con la fisica dell'atmosfera è possibile trasformare la piantumazione in un reale ed efficace presidio di mitigazione ambientale.

In quest'ottica, la vera compensazione dell'impronta termica industriale non può gravare sulla componente biologica, ma deve basarsi su soluzioni ingegneristiche e tecnologiche a monte. È pertanto fondamentale che eventuali future revisioni delle linee guida di VIA ministeriale insistano fortemente sull'integrazione e sull'adozione sistematica di sistemi di recupero attivo del calore dei server, quali il teleriscaldamento urbano o la geotermia. Solo canalizzando questo flusso termico continuo verso usi simbiotici si potrà neutralizzare l'isola di calore tecnologica alla radice, alleggerendo lo stress microclimatico sugli ecosistemi naturali circostanti.